

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11282555  
PUBLICATION DATE : 15-10-99

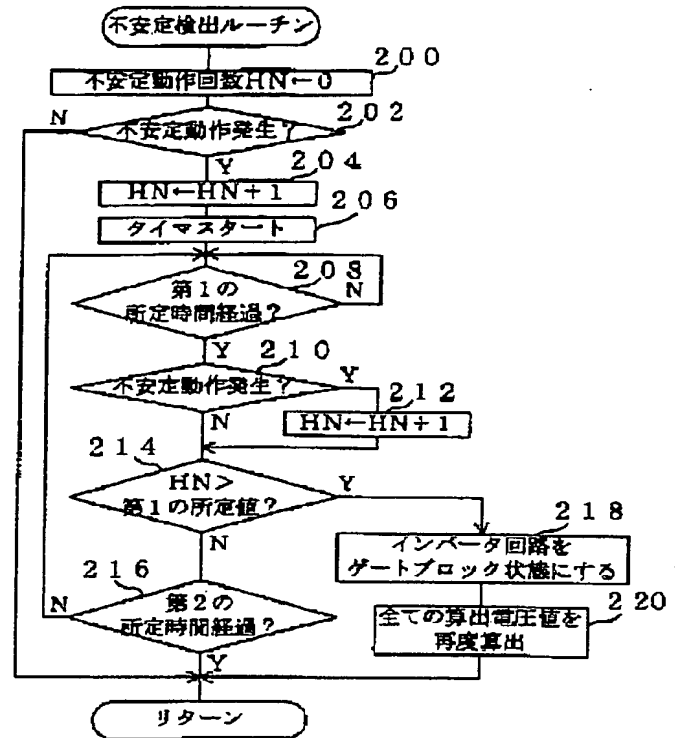
APPLICATION DATE : 30-03-98  
APPLICATION NUMBER : 10083711

APPLICANT : SANYO ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : TOKISAKI HISASHI;

INT.CL. : G05F 1/67

TITLE : SOLAR POWER GENERATOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solar power generator efficiently using the generated power.

SOLUTION: In this solar power generator, a virtual optimal operating voltage VA, MPPT(maximum power point tracking) minimum voltage VL, MPPT maximum voltage VH to be used at the time of operating MPPT control are calculated just before the activation of an inverter circuit, and then the inverter circuit is activated. Afterwards, whether or not an unstable operation is generated is judged (a step 200), and when it is generated, the number of times of the unstable operations generated since that time until a second prescribed time passes is counted, and when the count value is larger than a first prescribed value, the operation of the inverter circuit is stopped, and then the values of the voltages VA, VL, and VH or the like calculated just before the activation of the inverter circuit are calculated again (steps 204-220).

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-282555

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
G 0 5 F 1/67

識別記号

F I  
G 0 5 F 1/67

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-83711  
(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月30日

(71) 出願人 000001889  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号  
(72) 発明者 萬里小路 正樹  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内  
(72) 発明者 鬼塚 圭吾  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内  
(72) 発明者 森田 功  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 中島 淳 (外 3 名)

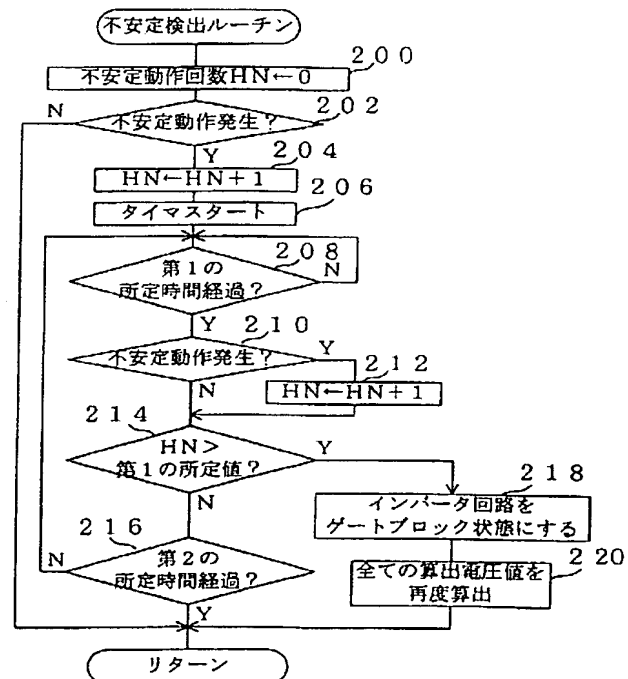
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光発電装置

(57) 【要約】

【課題】 太陽電池の発電電力を有効に利用することができる太陽光発電装置を得る。

【解決手段】 太陽光発電装置におけるインバータ回路の起動直前に、M P P T 制御を行う際に用いる仮想最適動作電圧  $V_A$ 、M P P T 最小電圧  $V_L$ 、M P P T 最大電圧  $V_H$  等を算出した後にインバータ回路を起動する。その後、不安定動作が発生したか否かを判定 (ステップ 2 0 2) し、発生した場合はその時点から第 2 の所定時間が経過するまでの間に発生した不安定動作の回数をカウントして、該カウント値が第 1 の所定値より大きくなった場合にインバータ回路の動作を停止した後に、インバータ回路の起動直前に算出した電圧  $V_A$ 、 $V_L$ 、 $V_H$  等の値を再度算出する (ステップ 2 0 4 乃至ステップ 2 2 0)。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 太陽電池と、

前記太陽電池から出力された直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、

前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記太陽電池の仮想最適動作電圧、制御電圧範囲、及び固定電圧を設定する設定手段と、

前記仮想最適動作電圧を前記太陽電池の出力電圧の目標値として前記電力変換手段を起動した後、前記制御電圧範囲において前記太陽電池から出力された直流電力が大きくなる方向に前記太陽電池の出力電圧を所定の電圧変化幅で段階的に変化させる第1のモードと、前記太陽電池から出力された直流電力が所定電力より小さな場合に前記太陽電池の出力電圧を前記固定電圧とする第2のモードと、を有する制御手段と、

前記太陽電池の出力電力の状態に応じて前記電力変換手段の動作を停止した後に、前記仮想最適動作電圧及び前記制御電圧範囲の少なくとも一方を前記太陽電池の出力電圧に基づいて再度設定する再設定手段と、を備えた太陽光発電装置。

【請求項2】 前記設定手段は前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記制御電圧範囲の下限値より小さい判定基準電圧を設定し、前記再設定手段は前記太陽電池の出力電圧が前記判定基準電圧より小さい場合に前記太陽電池の出力電力が安定していない状態であると判断して前記仮想最適動作電圧及び前記制御電圧範囲の少なくとも一方の再設定を行う請求項1記載の太陽光発電装置。

【請求項3】 前記設定手段は前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記制御電圧範囲より狭い範囲でかつ前記仮想最適動作電圧を含む範囲である切替範囲を設定し、

前記制御手段は前記太陽電池の出力電圧を段階的に変化させる際に、前記出力電圧が前記切替範囲内の値であるときには前記電圧変化幅をそれ以外のときに比較して小さくする請求項1又は請求項2記載の太陽光発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽光発電装置に係り、特に、太陽電池の動作点を最大電力点に追尾させる太陽光発電装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】太陽光発電装置に用いられる太陽電池の出力電圧－出力電流特性は、図4(A)に示すような曲線で表わされる。従って、太陽電池の出力電圧－出力電力特性は、図4(B)に示すような曲線で表わされる。即ち、太陽電池の出力電圧が0[V]から所定電圧までの間は出力電力は徐々に増加し、該所定電圧を超えると出力電力は徐々に減少する。上記所定電圧時における出力電力は当該太陽電池の最大電力となり、この部分を最

大電力点 $P_m$ という。

【0003】このような特性を有する太陽電池から最大電力を取り出す制御として、太陽電池の動作点が常に最大電力点 $P_m$ を追尾するように変化させる最大電力追尾制御（以下、MPP T (Maximum Power Point Tracking) 制御という）が知られている。

【0004】このMPP T制御は、太陽電池の動作電圧の制御目標値となる電圧指令値を一定時間間隔で微少変化させて、この際の太陽電池の出力電力を計測して前回の計測値との比較を行い、常に出力電力が大きくなる方向に上記電圧指令値を変化させるという手順によって、太陽電池の動作点を最大電力点（最適動作点）に近づけるものである。

【0005】従来、このようなMPP T制御を行う場合、起動時に太陽電池の動作点が短時間に最大電力点に到達するように、使用する太陽電池の種類に応じて仮想最適動作電圧、MPP T最小電圧 $V_L$ 、及びMPP T最大電圧 $V_H$ を各々固定的に設定し、MPP T最小電圧 $V_L$ からMPP T最大電圧 $V_H$ までの範囲内のみにおいて太陽電池の出力電力が最大となるように行っていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、太陽電池の出力電圧－出力電力特性は、太陽電池の種類のみによって決定されるものではなく、季節の変化等に伴う太陽電池周辺の温度の変化や日射量によっても変動する。即ち、図5に示すように、出力電圧－出力電力特性は、太陽電池周辺の温度が高くなるに従って最適動作電圧が小さくなる方向に変化する。また、出力電圧－出力電力特性は、日射量が多くなると最適動作電圧が大きくなる方向に変化する。

【0007】ところが、上述した従来のMPP T制御では、使用する太陽電池の種類に応じて仮想最適動作電圧、MPP T最小電圧 $V_L$ 、及びMPP T最大電圧 $V_H$ を固定的に設定していたので、太陽電池周辺の温度等によっては固定的に設定されたMPP T最小電圧 $V_L$ からMPP T最大電圧 $V_H$ までの範囲内に実際の最適動作電圧が含まれなくなる場合があり、この場合、太陽電池の発電電力を有効に利用できない、という問題点があった。

【0008】また、出力電圧－出力電力特性は、太陽電池の総面積によっても異なる。一般に太陽光発電装置を設置する場合、複数枚の太陽電池パネルを直列に接続して、所定の出力電力が得られるようにしている。しかしながら、設置場所の広さやその周辺の環境等の条件により、実際に設置できる太陽電池パネルが異なるため、その出力電圧－出力電力特性も大きく異なる場合がある。そのため、従来のように仮想最適動作電圧等の各種データを予め固定値で設定していたのでは、実際に設置された太陽電池の発電電力を有効に利用できない、という問題点があった。

【0009】本発明は上記問題点を解消するために成されたものであり、太陽電池の発電電力を有効に利用することができる太陽光発電装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の太陽光発電装置は、太陽電池と、前記太陽電池から出力された直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記太陽電池の仮想最適動作電圧、制御電圧範囲、及び固定電圧を設定する設定手段と、前記仮想最適動作電圧を前記太陽電池の出力電圧の目標値として前記電力変換手段を起動した後、前記制御電圧範囲において前記太陽電池から出力された直流電力が大きくなる方向に前記太陽電池の出力電圧を所定の電圧変化幅で段階的に変化させる第1のモードと、前記太陽電池から出力された直流電力が所定電力より小さな場合に前記太陽電池の出力電圧を前記固定電圧とする第2のモードと、を有する制御手段と、前記太陽電池の出力電力の状態に応じて前記電力変換手段の動作を停止した後に、前記仮想最適動作電圧及び前記制御電圧範囲の少なくとも一方を前記太陽電池の出力電圧に基づいて再度設定する再設定手段と、を備えている。

【0011】請求項1に記載の太陽光発電装置によれば、電力変換手段によって、太陽電池から出力された直流電力が交流電力に変換される。

【0012】また、設定手段によって、電力変換手段の起動直前に太陽電池の出力電圧に基づいて太陽電池の仮想最適動作電圧、制御電圧範囲、及び固定電圧が設定される。なお、この際の制御電圧範囲は仮想最適動作電圧を含む範囲とされる。

【0013】また、制御手段によって、仮想最適動作電圧を太陽電池の出力電圧の目標値として電力変換手段が起動された後、上記制御電圧範囲において太陽電池から出力された直流電力が大きくなる方向に太陽電池の出力電圧が所定の電圧変化幅で段階的に変化される第1のモードと、太陽電池から出力された直流電力が所定電力より小さな場合に太陽電池の出力電圧が上記固定電圧とされる第2のモードと、の何れか一方が行われる。従って、第1のモードの作用によって、上記仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲に基づいて太陽電池の動作点が当該太陽電池の最大電力点を追尾するようにMPPT制御が行われ、太陽電池から出力された直流電力が所定電力より小さな場合には第2のモードが実行されて太陽電池の出力電圧を固定電圧にする所謂定電圧制御が行われる。

【0014】さらに、再設定手段によって、太陽電池の出力電力の状態に応じて電力変換手段の動作が停止された後に、仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲の少なくとも一方が太陽電池の出力電圧に基づいて再度設定される。即ち、天候の変化や朝夕と日中との気温の変化等によ

って太陽電池周辺の温度が急激に変化した場合、これに伴って太陽電池の出力電圧－出力電力特性（図5参照）は急激に変化してしまい、電力変換手段の起動直前に設定した仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲に基づくMPPT制御では、安定した出力電力が得られなくなる場合がある。このような状態の場合に、電力変換手段の動作を停止したのちに太陽電池の出力電圧に基づいて仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲の少なくとも一方を再度設定することにより、このような不具合を解消することができる。

【0015】このように、請求項1に記載の太陽光発電装置によれば、太陽電池の動作点が太陽電池の最大電力点を追尾するように制御する際に用いる仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲を、電力変換手段の起動直前の太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているので、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲を設定することができ、かつ太陽電池の出力電力の状態に応じて電力変換手段の動作を停止した後に仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲の少なくとも一方を太陽電池の出力電圧に基づいて再度設定しているので、出力電力を安定化することができると共に、一般に動作が不安定な低電力出力時には太陽電池の出力電圧を固定電圧とする定電圧制御が行われるので、低電力出力時から高電力出力時に至るまで安定した動作で発電することができ、これらの結果として、太陽電池からの出力電力を効率よく利用することができる。

【0016】また、請求項2記載の太陽光発電装置は、請求項1記載の太陽光発電装置において、前記設定手段は前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記制御電圧範囲の下限値より小さい判定基準電圧を設定し、前記再設定手段は前記太陽電池の出力電圧が前記判定基準電圧より小さい場合に前記太陽電池の出力電力が安定していない状態であると判断して前記仮想最適動作電圧及び前記制御電圧範囲の少なくとも一方の再設定を行うものである。

【0017】請求項2に記載の太陽光発電装置によれば、請求項1記載の太陽光発電装置における設定手段によって電力変換手段の起動直前に太陽電池の出力電圧に基づいて制御電圧範囲の下限値より小さい判定基準電圧が設定され、再設定手段によって太陽電池の出力電圧が判定基準電圧より小さい場合に太陽電池の出力電力が安定していない状態であると判断して仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲の少なくとも一方の再設定が行われる。

【0018】このように、請求項2に記載の太陽光発電装置によれば、請求項1記載の発明と同様の効果を奏することができると共に、判定基準電圧を電力変換手段の起動直前の太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているので、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度

変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な判定基準電圧を設定することができ、かつ、このように簡易に設定された判定基準電圧と太陽電池の出力電圧とを比較することのみによって太陽電池の出力電力の状態が安定しているか否かを判断しているので、容易かつ的確に該判断を行うことができる。

【0019】さらに、請求項3記載の太陽光発電装置は、請求項1又は請求項2記載の太陽光発電装置において、前記設定手段は前記電力変換手段の起動直前に前記太陽電池の出力電圧に基づいて前記制御電圧範囲より狭い範囲でかつ前記仮想最適動作電圧を含む範囲である切替範囲を設定し、前記制御手段は前記太陽電池の出力電圧を段階的に変化させる際に、前記出力電圧が前記切替範囲内の値であるときには前記電圧変化幅をそれ以外のときに比較して小さくするものである。

【0020】請求項3に記載の太陽光発電装置によれば、請求項1又は請求項2記載の太陽光発電装置における設定手段によって、電力変換手段の起動直前に太陽電池の出力電圧に基づいて上記制御電圧範囲より狭い範囲でかつ上記仮想最適動作電圧を含む範囲である切替範囲が設定される。

【0021】また、制御手段によって、太陽電池の出力電圧を段階的に変化させる際に、該出力電圧が上記切替範囲内の値であるときには電圧変化幅が、それ以外のときに比較して小さくされる。

【0022】このように、請求項3に記載の太陽光発電装置によれば、請求項1及び請求項2記載の発明と同様の効果を奏することができると共に、太陽電池の出力電圧が仮想最適動作電圧付近である切替範囲内の値であるときには電圧変化幅をそれ以外のときに比較して小さくしているので、太陽電池の動作点を短時間に最大電力点に移行することができ、かつ上記切替範囲を電力変換手段の起動直前における太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているので、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な切替範囲を設定することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明に係る太陽光発電装置の実施の形態について詳細に説明する。

【0024】図1は、本発明に係る太陽光発電装置を商用電力系統に連系して負荷に電力を供給する系統連系システムとして適用した場合の全体構成を示すブロック図である。同図に示すように、本実施形態に係る太陽光発電装置10には、マイクロコンピュータ（以下、マイコンという）14が設けられている。このマイコン14には、IGBT駆動回路16を介してインバータ回路18が接続されている。

【0025】インバータ回路18には、太陽電池により

構成されたソーラパネル12によって発電された電力（直流電力）がコンデンサ19、昇圧回路20、及びコンデンサ21を介して供給されるようになっている。太陽光を吸収するソーラパネル12は、例えば複数のモジュールを枠にセットし、建物の屋根等の太陽光に照らされる場所に設置される。なお、マイコン14が本発明の設定手段、制御手段、及び再設定手段に相当し、インバータ回路18及び昇圧回路20が本発明の電力変換手段に相当する。

【0026】インバータ回路18は、マイコン14によって制御されてIGBT駆動回路16から供給されるスイッチング信号に応じて、ソーラパネル12からコンデンサ19、昇圧回路20、及びコンデンサ21を介して供給される直流電力を、商用電力と同じ周波数（例えば50Hz又は60Hz）の交流電力（このインバータ回路18の出力は、例えばノコギリ状波）に変換する役目を有している。

【0027】このインバータ回路18で交流に変換された電力は、チョークトランス22及びコンデンサ24を介して分電盤26へ供給され、分電盤26から商用電力として商用電力系統48に出力される。このとき、インバータ回路18から出力された交流電力は、チョークトランス22及びコンデンサ24を通過することにより、正弦波の交流電力として出力される。なお、分電盤26には負荷46が接続されており、負荷46は、太陽光発電装置10から供給された電力、又は商用電力系統48から供給された電力の何れか一方を使用して作動する。

【0028】また、マイコン14には、発電電流検出回路28、発電電圧検出回路30、電流検出回路32、及び系統電圧のゼロクロス入力回路34、U相電圧検出回路（U相系統電圧検出回路）36及びV相電圧検出回路（V相系統電圧検出回路）38が接続されている。

【0029】マイコン14は、ゼロクロス入力回路34、U、V相電圧検出回路36、38によって商用電力の電圧、位相を検出し、この検出結果に基づいてIGBT駆動回路16を制御して、インバータ回路18の出力電力の位相及び周波数が商用電源と一致するようにスイッチング信号を発生させる。

【0030】これと同時に、マイコン14は、発電電流検出回路28及び発電電圧検出回路30により各々検出されたソーラパネル12の出力電流及び出力電圧に基づいてソーラパネル12の出力電力及び電力変化量を算出し、該算出結果に基づいてMPPT制御を行う。

【0031】また、マイコン14は商用電力が停電しているか否かを判定しており、停電時にはコンデンサ24の分電盤26側に設けられている系統コンダクタ40の接点を開放し、インバータ回路18を商用電力から切り離す（解列）ようになっている。このときは、インバータ回路18のスイッチング動作も停止される。すなわち、マイコン14は、商用電力の停電を検出すると、駆

動回路42を介して系統コンダクタ40のリレーコイル40Aを駆動するようになっている。

【0032】また、マイコン14は、電流検出回路32の検出結果から出力電力を計測するようになっている。

【0033】このマイコン14には、さらにEEPROM44が接続されている。このEEPROM44には、図示しない系統連系保護装置の整定値、太陽光発電装置10の運転状態を示す運転データ等が記憶されている。マイコン14は、EEPROM44に記憶されているデータに基づいて各機器の作動を制御するようになっている。EEPROM44は、電氣的にデータの読み出し及び書き換えが可能であり、マイコン14の制御によって、太陽光発電装置10の起動時には必要なデータが読み出され、太陽光発電装置10の動作時には必要に応じ

$$V_A = V_P \times 0.80$$

$$V_L = V_P \times 0.70$$

$$V_H = V_P \times 0.90$$

$$V_F = V_P \times 0.80$$

$$V_E = V_P \times 0.60$$

$$V_{CL} = V_P \times 0.75$$

$$V_{CH} = V_P \times 0.85$$

なお、上記各式における定数(0.80等)は、使用する太陽電池の種類等に応じて設定した値であり、本発明はこれらの値に限定されるものではない。上記MPPT最小電圧 $V_L$ からMPPT最大電圧 $V_H$ までの範囲が本発明の制御電圧範囲に、一定制御電圧 $V_F$ が本発明の固定電圧に、不安定検出電圧 $V_E$ が本発明の判定基準電圧に、電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ から電圧変化幅切替え電圧 $V_{CH}$ までの範囲が本発明の切替範囲に、各々相当する。

【0037】次のステップ102では、ソーラパネル12の前の出力電力 $P_S$ の値を零に設定し、次のステップ104では、ソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ 及び出力電流 $I_P$ からソーラパネル12の出力電力 $P_E (= V_P \times I_P)$ を算出し、次のステップ106では、出力電力 $P_E$ が所定電力(例えば1kW)より小さいか否かの判定を行い、小さい場合はステップ108へ移行して定電圧制御モードに設定する。なお、この定電圧制御モードが本発明の第2のモードに相当する。

【0038】次のステップ110では、ソーラパネル12の目標出力電圧 $V_0$ として、上記ステップ100において算出した一定制御電圧 $V_F$ を設定した後、次のステップ112では、ソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ が目標出力電圧 $V_0$ となるようにインバータ回路18(IGBT駆動回路16)を制御し、次のステップ114では、太陽光発電装置10が不安定な動作を行っているか否かを検出する図3に示す不安定検出ルーチンを実行する。

【0039】不安定検出ルーチンのステップ200では、初期設定として不安定動作回数HNに零を設定し、

てデータの書き換えが行われる。

【0034】次に、図2を参照して、以上のように構成された太陽光発電装置10の作用について説明する。なお、図2は、マイコン14において実行される制御プログラムの流れを示すフローチャートである。

【0035】まず、ステップ100では、発電電圧検出回路30から入力されたソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ に基づいて、次の(1)式乃至(7)式により仮想最適動作電圧 $V_A$ 、MPPT最小電圧 $V_L$ 、MPPT最大電圧 $V_H$ 、一定制御電圧 $V_F$ 、不安定検出電圧 $V_E$ 、仮想最適動作電圧 $V_A$ より電圧が低い側の電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ 、及び仮想最適動作電圧 $V_A$ より電圧が高い側の電圧変化幅切替え電圧 $V_{CH}$ を算出する。

【0036】

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

$$(4)$$

$$(5)$$

$$(6)$$

$$(7)$$

次のステップ202では、不安定な動作が発生したか否かを判定する。この際の不安定な動作の判定は、発電電圧検出回路30から入力されたソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ が上記ステップ100において算出した不安定検出電圧 $V_E$ より低いかなにかに基づいて判定する。即ち、図4(A)に示したように、太陽電池は出力電圧 $V_P$ が最適動作点より小さいほど動作が不安定になる(出力電圧 $V_P$ が変動し易い)ので、出力電圧 $V_P$ が不安定検出電圧 $V_E$ より低い場合に動作が不安定であると判定するのである。

【0040】ステップ202の判定の結果、不安定動作が発生していないと判定された場合は何もせずに本不安定検出ルーチンを終了する。

【0041】一方、ステップ202の判定の結果、不安定動作が発生したと判定された場合はステップ204へ移行して不安定動作回数HNを1だけインクリメントし、次のステップ206では、マイコン14に内蔵された図示しないタイマをスタートさせる。

【0042】次のステップ208では第1の所定時間(本実施形態では5秒)の経過待ちを行い、次のステップ210では、上記ステップ202と同様の方法で不安定動作が発生したか否かを判定し、不安定動作が発生した場合はステップ212へ移行して不安定動作回数HNを1だけインクリメントした後にステップ214へ移行し、不安定動作が発生していない場合はステップ212を実行せずにステップ214へ移行する。

【0043】ステップ214では、不安定動作回数HNが第1の所定値(本実施形態では5)より大きいかなにかを判定し、大きい場合はステップ216へ移行し、

ステップ206においてスタートしたタイマの計時が第2の所定時間（本実施形態では50秒）を経過したか否かを判定し、経過していない場合はステップ208へ戻り、経過した場合には本不安定検出ルーチンを終了する。

【0044】一方、ステップ214の判定の結果、不安定動作回数HNが上記第1の所定値より大きい場合はステップ218へ移行して、インバータ回路18をゲートブロック状態（インバータ回路18の動作を停止した状態）とした後、ステップ220において、上記ステップ100（図2参照）において算出した全ての電圧値を再度算出した後に本不安定検出ルーチンを終了する。

【0045】即ち、本不安定検出ルーチンでは、不安定動作が発生した場合は、その時点から上記第2の所定時間が経過するまでの間に上記第1の所定時間隔てて再度不安定動作が発生した場合にのみ不安定動作回数HNをカウントアップしている。従って、不安定動作が上記第2の所定時間より長い時間隔てた時間間隔で単発的に発生する場合には、不安定動作回数HNの値は2以上にカウントアップされることはない。

【0046】以上により不安定動作ルーチンが終了すると、次のステップ116（図2参照）では、上記ステップ104と同様にソーラパネル12の出力電圧 $V_p$ 及び出力電流 $I_p$ からソーラパネル12の出力電力 $P_E$ を算出し、次のステップ118では、出力電力 $P_E$ が上記所定電力より小さいか否かを判定し、小さい場合はステップ114へ戻り、小さくない場合は後述するステップ120へ移行する。即ち、ステップ118の判定処理によってソーラパネル12の出力電力 $P_E$ が所定電力以上となるまで上述した不安定検出ルーチンを繰り返し実行しながら、定電圧制御が行われる。

【0047】一方、上記ステップ106の判定の結果、出力電力 $P_E$ が所定電力より小さくないと判定された場合はステップ120へ移行して追尾制御モード（MPPT制御モード）に設定する。なお、この追尾制御モードが本発明の第1のモードに相当する。

【0048】次のステップ122では、ソーラパネル12の目標出力電圧 $V_0$ として、この時点における仮想最適動作電圧 $V_A$ を設定し、次のステップ124では、ソーラパネル12の出力電圧 $V_p$ が目標出力電圧 $V_0$ となるようにインバータ回路18（IGBT駆動回路16）を制御する。

【0049】次のステップ126では、所定時間（本実施形態では、2秒～4秒程度）の経過待ちを行い、次のステップ128では、ソーラパネル12の出力電圧 $V_p$ が電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ より大きく、かつ電圧変化幅切替え電圧 $V_{CH}$ より小さいか否かを判定し、肯定判定である場合はステップ130へ移行して電圧変化幅 $V_X$ に2を代入した後にステップ134へ移行する。一方、ステップ128の判定が否定判定である場合はステップ

132へ移行して電圧変化幅 $V_X$ に4を代入した後にステップ134へ移行する。

【0050】ステップ134では、上記ステップ104と同様にソーラパネル12の出力電圧 $V_p$ 及び出力電流 $I_p$ からソーラパネル12の出力電力 $P_E$ を算出し、次のステップ136では、ソーラパネル12の出力電力 $P_E$ が上記所定電力より小さいか否かの判定を行い、小さい場合はステップ108へ移行して上述した定電圧制御モードを実行し、小さくない場合はステップ138へ移行する。

【0051】ステップ138では、出力電力 $P_E$ から前回の出力電力 $P_S$ を減じることによって電力変化量 $\Delta P$ を算出し、次のステップ140では、ステップ134で算出した出力電力 $P_E$ を前回の出力電力 $P_S$ として設定する。

【0052】次のステップ142では、電力変化量 $\Delta P$ が0より大きいと判定し、大きい場合はステップ144へ移行して目標出力電圧 $V_0$ を前回と同じ方向に電圧変化幅 $V_X$ だけ変化（増加又は減少）させた後にステップ150へ移行する。

【0053】一方、ステップ142において電力変化量 $\Delta P$ が0より小さくないと判定された場合にはステップ146へ移行して電力変化量 $\Delta P$ が0より小さいか否かを判定し、小さい場合はステップ148へ移行して目標出力電圧 $V_0$ を前回とは逆の方向に電圧変化幅 $V_X$ だけ変化（増加又は減少）させた後にステップ150へ移行する。なお、上記ステップ144及びステップ148を最初に実行した場合の前回はないが、この場合は目標出力電圧 $V_0$ を増加させる方向及び減少させる方向の何れかの方向に変化させてもよい。

【0054】ステップ150では、目標出力電圧 $V_0$ がMPPT最小電圧 $V_L$ より大きく、かつMPPT最大電圧 $V_H$ より小さいか否かの判定を行い、否定判定の場合はステップ152において目標出力電圧 $V_0$ を元の値（ステップ144又はステップ148を実行する前の値）に戻した後にステップ124へ戻り、肯定判定の場合はステップ152の処理を実行せずにステップ124へ戻る。

【0055】一方、ステップ146において電力変化量 $\Delta P$ が0より小さくないと判定された場合、即ち電力変化量 $\Delta P$ が0である場合には目標出力電圧 $V_0$ を変化させずにステップ124へ戻る。

【0056】即ち、ステップ142乃至ステップ152では、電力変化量 $\Delta P$ が増加傾向にある場合には、出力電力 $P_E$ をさらに増加させるためにMPPT最小電圧 $V_L$ を下限としMPPT最大電圧 $V_H$ を上限として目標出力電圧 $V_0$ を前回と同じ方向に電圧変化幅 $V_X$ だけ変化させ、電力変化量 $\Delta P$ が減少傾向にある場合には、出力電力 $P_E$ を逆に増加させるためにMPPT最小電圧 $V_L$ を下限としMPPT最大電圧 $V_H$ を上限として目標出力

電圧 $V_0$ を前回とは逆の方向に電圧変化幅 $V_x$ だけ変化させている。なお、電力変化量 $\Delta P$ が0である場合は、動作点が最大電力点に一致していると思倣して目標出力電圧 $V_0$ を変化させない。

【0057】これ以降、上記同様にステップ124乃至ステップ152の処理を繰り返して行うことによって、MPPT最小電圧 $V_L$ からMPPT最大電圧 $V_H$ までの範囲内においてMPPT制御が行われると共に、ソーラパネル12の出力電力 $P_E$ が上記所定電力より小さくなった場合には定電圧制御モードに移行する。

【0058】このように、本実施形態に係る太陽光発電装置10では、MPPT制御を行う際の仮想最適動作電圧 $V_A$ 、MPPT最小電圧 $V_L$ 、及びMPPT最大電圧 $V_H$ を、インバータ回路18の起動直前のソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ に基づいて算出しているため、季節の変化等に伴うソーラパネル12周辺の温度変化等に応じた最適な範囲内においてMPPT制御を行うことができ、この結果として、ソーラパネル12からの出力電力を効率よく利用することができると共に、動作が不安定な場合にはインバータ回路18の動作を停止した後に仮想最適動作電圧 $V_A$ 、MPPT最小電圧 $V_L$ 、MPPT最大電圧 $V_H$ 等の値を再度算出しているため、ソーラパネル12の周辺温度が急激に変化したこと等に起因して発生した不安定動作を解消することができる。

【0059】また、本実施形態に係る太陽光発電装置10では、電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ 及び $V_{CH}$ を適用し、ソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ が電圧 $V_{CL}$ より低い値、若しくは $V_{CH}$ より高い値の場合は電圧変化幅を大きくし、ソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ が仮想最適動作電圧 $V_A$ 付近である電圧 $V_{CL}$ から $V_{CH}$ の範囲内にある場合には、それ以外の場合に比較して電圧変化幅を小さくしているため、ソーラパネル12の動作点を短時間に最大電力点に移行することができる。

【0060】また、本実施形態に係る太陽光発電装置10では、電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ 及び $V_{CH}$ をインバータ回路18の起動直前のソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ に基づいて算出しているため、季節の変化等に伴うソーラパネル12周辺の温度変化等に応じた最適な電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ 及び $V_{CH}$ を設定することができる。

【0061】さらに、本実施形態に係る太陽光発電装置10では、動作が不安定な低電力出力時には定電圧制御を行うようにしているため、低電力出力時から高電力出力時に至るまで安定した動作で発電することができる。

【0062】なお、本実施形態では、動作が不安定である場合にステップ100において算出した全ての電圧値を再度算出する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば一定制御電圧 $V_F$ 、不安定検出電圧 $V_E$ については再度算出しない形態としてもよい。

【0063】また、本実施形態では、定電圧制御時に動

作が不安定か否かを判定する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、MPPT制御時に判定する形態としてもよい。

【0064】また、本実施形態では、MPPT制御時における電圧変化幅 $V_x$ を、ソーラパネル12の出力電圧 $V_P$ が電圧変化幅切替え電圧 $V_{CL}$ から $V_{CH}$ までの範囲内である場合に2[V]とし、範囲外である場合に4[V]とする場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、これらの電圧変化幅の値はソーラパネル12の設置環境、季節等に応じて適宜変更することができる。

【0065】また、本実施形態では、インバータ回路18の起動直前に算出する仮想最適動作電圧 $V_A$ 等の電圧をインバータ回路18の出力電圧 $V_P$ に対して定数を乗じることによって算出する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばインバータ回路18の出力電圧 $V_P$ から所定値を減じることにより算出する形態としてもよい。

【0066】さらに、本実施形態で適用した各定数(図3の第1及び第2の所定時間、第1及び第2の所定値等)は、ソーラパネル12の設置環境、季節等に応じて適宜変更することができる。

【0067】

【発明の効果】請求項1記載の太陽光発電装置によれば、太陽電池の動作点が太陽電池の最大電力点を追尾するように制御する際に用いる仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲を、電力変換手段の起動直前の太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているため、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲を設定することができ、かつ太陽電池の出力電力の状態に応じて電力変換手段の動作を停止した後に仮想最適動作電圧及び制御電圧範囲の少なくとも一方を太陽電池の出力電圧に基づいて再度設定しているため、出力電力を安定化することができると共に、一般に動作が不安定な低電力出力時には太陽電池の出力電圧を固定電圧とする定電圧制御が行われるため、低電力出力時から高電力出力時に至るまで安定した動作で発電することができ、これらの結果として、太陽電池からの出力電力を効率よく利用することができる、という効果が得られる。

【0068】また、請求項2記載の太陽光発電装置によれば、請求項1記載の発明と同様の効果を奏することができると共に、判定基準電圧を電力変換手段の起動直前の太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているため、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な判定基準電圧を設定することができ、かつ、このように簡易に設定された判定基準電圧と太陽電池の出力電圧とを比較することのみによって太陽電池の出力電力の



状態が安定しているか否かを判断しているので、容易かつ的確に該判断を行うことができる、という効果が得られる。

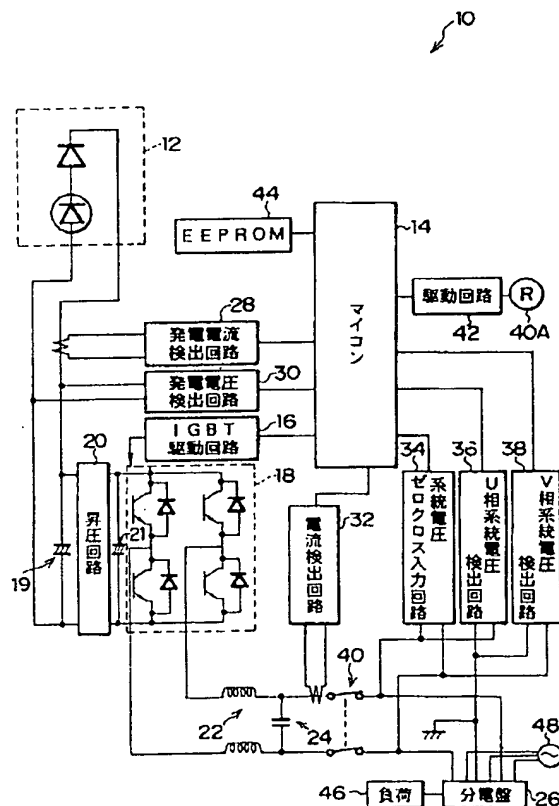
【0069】さらに、請求項3記載の太陽光発電装置によれば、請求項1及び請求項2記載の発明と同様の効果を奏することができると共に、太陽電池の出力電圧が仮想最適動作電圧付近である切替範囲内の値であるときには電圧変化幅をそれ以外のときに比較して小さくしているので、太陽電池の動作点を短時間に最大電力点に移行することができ、かつ上記切替範囲を電力変換手段の起動直前における太陽電池の出力電圧に基づいて設定しているので、季節の変化等に伴う日射量、太陽電池周辺の温度変化や実際に設置される太陽電池パネルの直列接続数に応じた最適な切替範囲を設定することができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

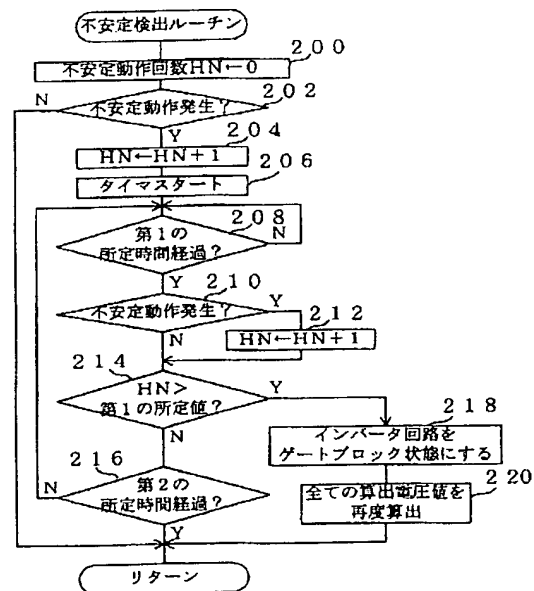
【図1】実施の形態に係る太陽光発電装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】実施の形態に係る太陽光発電装置の作用を示すフローチャートである。

【図1】



【図3】



【図3】図2のフローチャートにおける不安定検出ルーチンの流れを示すフローチャートである。

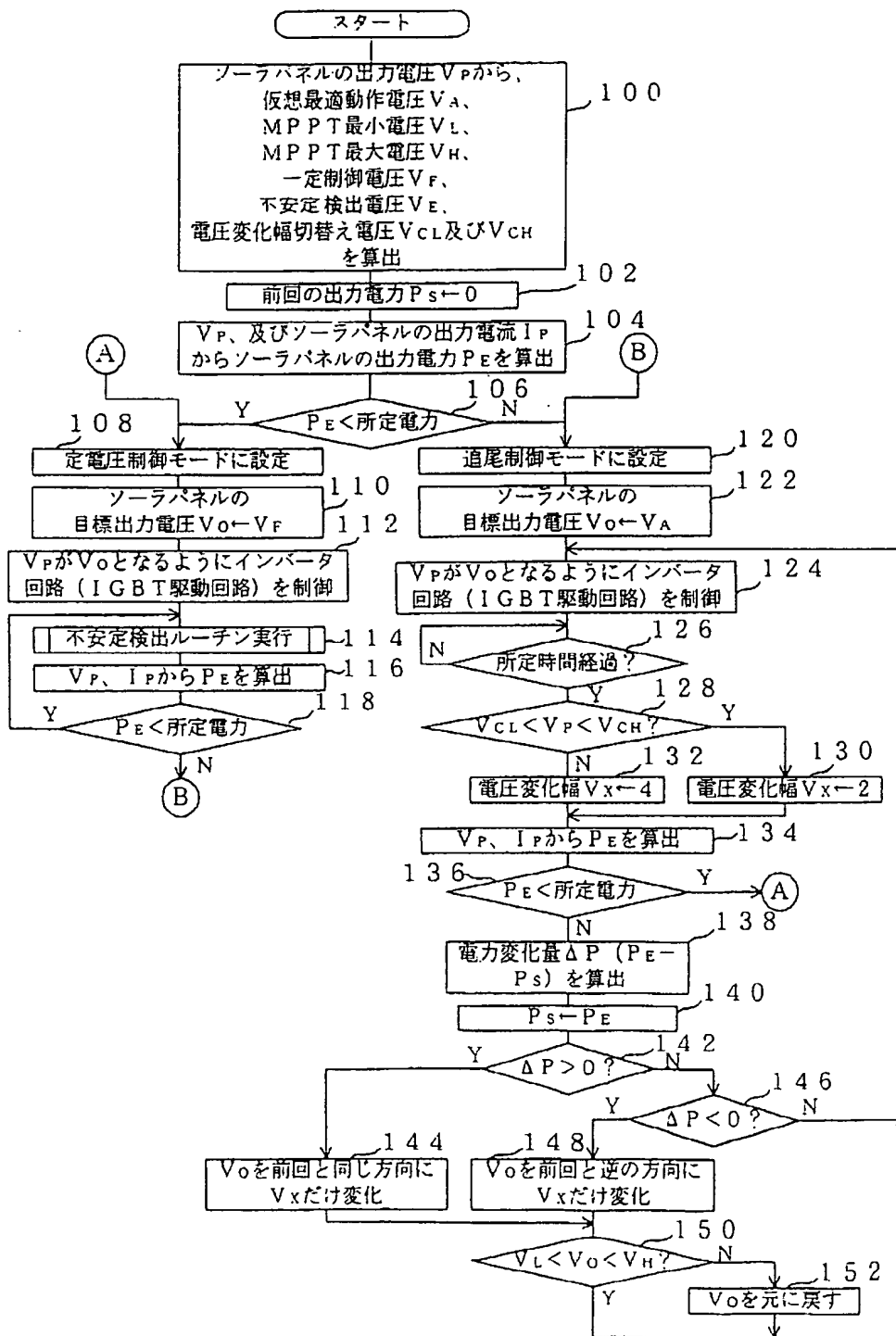
【図4】(A)は太陽電池の出力電圧－出力電流特性図であり、(B)は最大電力追尾制御の説明に用いる太陽電池の出力電圧－出力電力特性図である。

【図5】太陽電池周辺の温度をパラメータとした場合の太陽電池の出力電圧－出力電力特性図である。

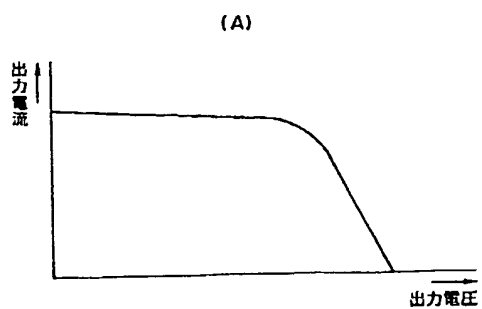
【符号の説明】

- 10 太陽光発電装置
- 12 ソーラパネル（太陽電池）
- 14 マイクロコンピュータ（設定手段、制御手段、再設定手段）
- 16 IGBT駆動回路
- 18 インバータ回路（電力変換手段）
- 20 昇圧回路（電力変換手段）
- 28 発電電流検出回路
- 30 発電電圧検出回路
- 32 電流検出回路

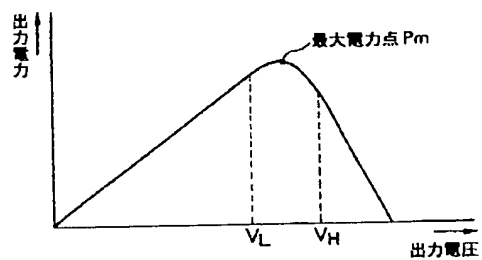
【図2】



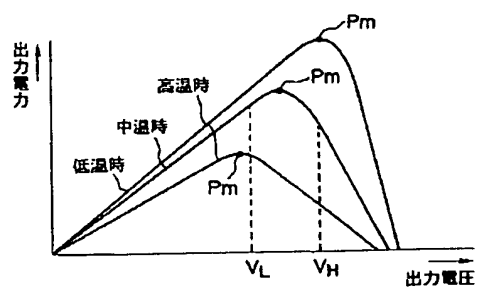
【図4】



(B)



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 時崎 久  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内